Aus dem Luftfahrtmedizinischen Forschungsinstitut des Reichsluftfahrtministeriums, Berlin.
(Leiter: Prof. Dr. Strughold)

Zur Frage der zentralen Schaltung der Eigenreflexe der quergestreiften Muskeln

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Heinrich Zeuner
aus München

Tag der Promotion: 22. 9. 1938

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Bln.-Charlottenburg, Schillerstr, 44.

M 228

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. Strughold
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Zur Frage der zentralen Schaltung der Eigenreflexe der quergestreiften Muskeln

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543927_0121

Im Jahre 1927 berichtete H. Strughold[1]) von Versuchen, nach denen der Patellarreflex bei Anspannung der Streck- und Beugemuskeln des auf diesen Reflex geprüften Beines eine Bahnung, bzw. eine Hemmung erfährt. Von demselben Autor und H. Jörg[2]) wurde in einer späteren Arbeit nachgewiesen, daß ähnlich wie der Jendrassiksche Handgriff auch die Innervierung der Ex- und Inspirationsmuskeln eine Steigerung des Patellarreflexes zur Folge hat. Eine Ausdehnung dieser Untersuchungen auf andere Muskelgruppen, z. B. auf die Beuger und Strecker des contralateralen Beines, des ipsilateralen und contralateralen Armes dürfte zweifellos von Interesse sein; denn es liegt der Gedanke nahe, daß in den Eigenreflexen eine bestimmte, funktionelle Abstimmung auf die Innervationsbeanspruchung ausgedehnter Muskelbezirke erkennbar ist, wie sie im Gebiete der tonischen Muskelreflexe am Tiere leicht zu zeigen ist. Die Steh- und Stellreflexe (R. Magnus[3]) in ihrer Vielfältigkeit liefern genügend Beispiele hierfür. Ich bin daher gerne der Anregung von Herrn Prof. Strughold gefolgt, bezüglich der Eigenreflexe der quergestreiften Muskeln (P. Hoffmann[4]) die Frage einer eventuell nachweisbaren centralen Abstimmung oder Schaltung für einen größeren Muskelbereich zu prüfen. Ueber das Ergebnis dieser Untersuchungen, die am Patellarreflex angestellt wurden, soll im Folgenden kurz berichtet werden.

Methodik.

Zur Auslösung des Patellarreflexes diente eine von H. Strughold angegebene mit elektrischem Motor betriebene Apparatur, die durch einen Regulierwiderstand auf eine bestimmte Schlagfolge des Reflexhammers eingestellt werden kann. Um Ermüdung auszuschließen, beschränkten wir uns im allgemeinen darauf, den Effekt kurzdauernder Innervierungsvorgänge zu beobachten. Als Reizintervall wählten wir daher ein kurzes und zwar dasjenige von ein bis zwei Sekunden.

Die Versuchsperson saß auf einem Stuhl, der alle Möglichkeiten zur Fixierung und Polsterung des Beines bot. Um ein Hinüberpendeln des Unterschenkels über die Vertikalstellung hinaus nach hinten zu verhüten, war unter dem Fuß eine nach der Ferse zu erhöhte schiefe Ebene angebracht, welche durch Verschieben auf die verschiedenen Größen der Versuchspersonen so eingestellt wurde, daß das Bein immer wieder in dieselbe Grundstellung zurückging und somit der Dehnungszustand der Oberschenkelmuskeln stets der gleiche war.

Die Registrierung der Reflexe erfolgte durch Aufschreiben des Unterschenkelausschlages in folgender Weise: In Höhe des Kniegelenkes der Versuchsperson befand sich eine Fahrradnabe mit Achse. An der einen Seite dieser Achse war parallel zum Unterschenkel der Versuchsperson ein langer Hebel befestigt, welcher durch eine auf ihm verschiebbare Stahlfeder mit dem Unterschenkel der Versuchsperson etwa 4 cm über den Malleolen fest verbunden war. Auf der anderen Seite der Achse befand sich ein zu dem langen Hebel senkrecht angebrachter kurzer Hebel, der mit einer zugespitzten nach außen gebogenen Stahlfeder versehen war, welche die Ausschläge des Unterschenkels auf einer Rußtrommel aufzeichnete. Dies Verfahren gestattet, die Reflexgröße in den Winkelgraden

des Unterschenkelausschlages auszudrücken. Vor und nach jedem Versuch wurde die Ausschlagsgröße des Patellarreflexes bei vollkommener Ruhehaltung der Versuchsperson untersucht. Die hierbei gewonnene Reflexgröße wurde als Normal- oder Ruhewert bezeichnet. Ihm wurde das arithmetische Mittel aus mindestens 10 bis 20 Ausschlägen zugrunde gelegt. Der Normalwert jedes Versuches wurde gleich 100 gesetzt und die Ausschlagsgrößen bei Innervierung bestimmter Muskelgruppen auf ihn bezogen. Von jeder Versuchsperson gelangten zwei Versuchsreihen derselben Art zur Auswertung, aus denen wiederum das Mittel berechnet wurde. Zum Schluß wurde für jede Versuchsart der Mittelwert aus den bei sämtlichen Versuchspersonen gewonnenen Ergebnissen genommen. Im übrigen sei bezüglich der Methodik auch auf die Arbeiten von H. Treutler[5]) und L. Lantscheck[6]) hingewiesen.

Ergebnisse.

Der Patellarreflex wurde bei Innervierung von 6 verschiedenen Muskelgruppen untersucht. Folgende Versuche gelangten zur Ausführung:

1a) Der Jendrassiksche Handgriff in seiner üblichen Ausführung:
(Versuch die ineinandergehakten Hände auseinanderzureißen).

b) Derselbe umgekehrt: Drücken der Hände gegeneinander.
(bezeichnet als umgekehrter Jendrassikscher Handgriff).

2a) Innervierung der Armbeuger des gleichseitigen Armes durch Halten eines Gewichtes von 2,5—5 kg in Supinationsstellung bei wagerechtem Ausstrecken.

b) Innervierung der Armstrecker des gleichseitigen Armes, wie unter 2a, jedoch in Pronationsstellung.

3a) Innervierung der Armbeuger des gegenseitigen Armes wie bei 2a.

b) Innervierung der Armstrecker des gegenseitigen Armes wie bei 2b.

4a) Innervierung der Beuger des gegenseitigen Beines durch Hochziehen eines Gewichtes, welches mittels einer über eine Rolle laufenden Schnur mit dem Bein in Höhe des Fußgelenkes verbunden ist.

b) Innervierung der Strecker des gegenseitigen Beines auf analoge Weise wie bei 4a.

5a) Innervierung der Beuger des gegenseitigen Beines durch kräftiges Anziehen des Unterschenkels ohne Gewicht.

b) Innervierung der Strecker durch extreme Streckhaltung des gegenseitigen Beines ohne Gewichtsbelastung.

6) Abwechselnd Beugung und Streckung des gegenseitigen Beines in Nachahmung der Gehbewegung.

1a) und b).

Die Versuche mit dem üblichen und umgekehrten Jendrassikschen Handgriff ergaben für die einzelnen Versuchspersonen folgende Zahlenwerte (auf 100 als den Normalwert bezogen):

	a) Jendrassikscher Handgriff	b) umgekehrter Jendrassikscher Handgriff
Vp. W.	137	147
Vp. Z.	187	193
Vp. L.	123	130
Vp. I.	112	112
Vp. K.	139	159
Vp. Str.	143	159
Mittelwert:	140	150

Als Beispiel diene die Kurve der Abb. 1. Es ergibt sich hieraus, daß im Durchschnitt eine größere Verstärkung des Patellarreflexes bei Innervierung der Beuge- und Adductionsmuskeln beider Arme eintritt als bei Anspannung der Streck- und Abduktionsmuskeln. Dies könnte insofern von praktischer Bedeutung sein, als der umgekehrte Jendrassiksche Handgriff sich für neurologische Untersuchungen als wirksamer erweisen dürfte als dieser Handgriff in seiner üblichen Form.

2a) und b).

Die Versuche bei Innervierung der Beuger und Strecker des gleichseitigen Armes gegen ein Gewicht zeigten das folgende Ergebnis:

	a) Anspannung der Beuger	b) Anspannung der Strecker
Vp. W.	146	142
Vp. Z.	131	144
Vp. L.	123	120
Vp. I.	152	154
Vp. K.	147	142
Mittelwert:	139	140

Der Patellarreflex ist demnach unter diesen beiden Versuchsbedingungen erheblich verstärkt, jedoch ein Unterschied zwischen Beuger- und Streckerinnervierung ist nicht erkennbar.

3a) und b).

Die Wirkung der Innervierung der Beuger und Strecker des gegenseitigen Armes gegen ein Gewicht.

	Beuger	Strecker
Vp. W.	138	136
Vp. Z.	191	153
Vp. L.	123	113
Vp. I.	145	146
Vp. K.	142	135
Mittelwert:	148	136

Zur Innervierung der Armmuskeln wurde bei der W und K (weibl.) ein Gewicht von 2,5 kg verwendet, bei den anderen Versuchspersonen (männl.) ein Gewicht von 5 kg.

Während bei der Innervierung der Beuger und Strecker des gleichseitigen Armes die Versuche eine annähernd gleichgroße Reflexsteigerung zeigen, ergab sich bei der Innervierung der Beuger und Strecker des gegenseitigen Armes bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine beträchtlichere Verstärkung des Reflexes bei den Beugerversuchen gegenüber den Streckerversuchen.

4a) und b).

Die Versuche bei Innervierung der Beuger und Strecker des gegenseitigen Beines gegen ein Gewicht (Größe des Gewichtes bei den einzelnen Versuchspersonen wie beim Armversuch) zeigten folgendes Ergebnis: (Siehe auch die Abb. 2 und 3)

	Beuger	Strecker
Vp. W.	135	138
Vp. Z.	197	143
Vp. L.	117	118
Vp. I.	124	112
Vp. K.	125	110
Vp. Str.	118	..30
Mittelwert:	136	108

5a) und b).

Die analogen Versuche ohne Gewicht ergaben folgendes:

	Beuger	Strecker
Vp. W.	136	134
Vp. Z.	139	149
Vp. L.	151	135
Vp. I.	138	137
Vp. K.	123	118
Mittelwert:	136	134

Die Mittelwerte beider Versuche zeigen, daß der Reflex steigernde Effekt bei der Beugerinnervierung überwiegt. Indessen ist bei Anwendung eines Gewichtes entsprechend der verstärkten Innervierung die Differenz zwischen den Ergebnissen der Beuger- und Streckversuche beträchtlich größer als ohne Gewicht.

6. Die Gehbewegung des kontralateralen Beines ohne Gewichtsbelastung. Siehe als Beispiel die Abb. 4.

	Beuger	Strecker
Vp. 1	124 %	110 %
Vp. 2	172 %	167 %
Vp. 3	148 %	137 %
Vp. 4	163 %	144 %
Vp. 5	136 %	125 %
Vp. 6	118 %	59 %

Mittelwert: Beuger: 144 %
Strecker: 119 %

Besprechung der Ergebnisse.

Die Versuche mit dem Jendrassik-Handgriff weisen schon darauf hin, daß nicht nur eine allgemeine Beeinflussung des Patellarreflexes eintritt, bei Innervierung irgendwelcher Muskelgruppen des Körpers, sondern, daß diese offenbar auf Grund einer bestimmten Schaltung, eine selektive ist. Nur so ist das Ueberwiegen des umgekehrten Jendrassik über den üblichen Jendrassik verständlich. Wenn auch nicht so deutlich, so sprechen doch auch die Versuche bei Innervierung der Arme im selben Sinn: Wenn bei Beugerinnervierung des contralateralen Armes die Reflexgröße gegenüber der Streckerinnervierung überwiegt, so können wir hierin vielleicht einen Hinweis darauf erblicken, daß die Reflexe im Sinne der häufigsten Bewegung des menschlichen Körpers, nämlich der Gehbewegung, geschaltet sind. Bei der Geh- und Laufbewegung wird gleichzeitig mit dem Vorsetzen des Beines, also mit der Innervierung seiner Strecker der contralaterale Arm vorwärtsbewegt, d. h. also dessen Beuger innerviert. Die Innervierung der Beuger der oberen Extremität ist demnach gekoppelt mit einer Bahnung der Eigenreflexe der Strecker der kontralateralen unteren Extremität. Bei Innervierung des ipsilateralen Armes müßte im Sinne der Gehbewegung eine Erhöhung des Reflexes bei Innervierung der Strecker eintreten, da dieser Arm beim Vorsetzen des Beines zurückbewegt wird, also seine Strecker innerviert werden. Im Durchschnitt wurde diese Erscheinung aber nicht beobachtet. bzw. nur in geringem Maße. Werden dagegen beide Beuger der Arme innerviert, wie dies beim umgekehrten Jendrassikschen Handgriff geschieht, so ist der reflexsteigernde Effekt am Quadriceps besonders stark. Dies Ergebnis läßt an Parallelen denken zu dem innervatorischen Zusammenspiel der Extremitätenmuskeln bei der Kletterbewegung. Diese Primitivbewegung spielt eine Rolle, außer bei einer Reihe von Säugetieren z. B. Affen auch bei einigen unzivilisierten Völkern im Busch und ist ferner beim Kulturmenschen nur in der frühen Kindheit zu beobachten und in Fällen pathologischer Hirnveränderung. Es werden bei der Kletterbewegung mit dem Anziehen

der Arme, also ihrer Beugerinnervierung, gleichzeitig die Oberschenkel angezogen, also der Musculus quadriceps innerviert.

Besonders lehrreich in bewegungsphysiologischer Hinsicht sind die Ergebnisse der Beinversuche. Beim Gehen erfolgt mit dem Strecken des einen Beines ein Beugen des anderen; und im selben Sinne erweist sich auch die Abstimmung der Patellarreflexe. Zwar ist der Patellarreflex bei jeder Innervierung des gegenseitigen Beines verstärkt, jedoch tritt dies bei der Beugung stärker hervor als bei der Streckung. Bei der extremen Innervierung ohne Gewicht (siehe 5a und b) tritt ein Unterschied zwischen der Beuger- und der Streckerwirkung kaum hervor. Dagegen war bei der Innervierung gegen ein Gewicht die unterschiedliche Wirkung in die Augen springend, je nachdem die Strecker oder Beuger beansprucht wurden. Ebenso war der Effekt bei der fließenden Gehbewegung des contralateralen Beines ohne Gewicht vorhanden. In diesen Versuchen wurde erst 5 Sek. lang bei Ruhelage des anderen Beines der Patellarreflex laufend ausgelöst, sodann wurde das Bein während weiterer 5 Sek. in durchgehender Bewegung langsam gestreckt, darauf sofort anschließend in derselben Weise innerhalb 5 Sek. gebeugt. Dieser Versuch entspricht annähernd der normalen Gehbewegung. Das Verhalten des Patellarreflexes hierbei zeigt Anklänge an die Untersuchungen von R. Magnus über den „gekreuzten Patellarreflex". Dieser besteht darin, daß am decerebrierten Kaninchen der Patellarreflex des einen Beines verschiedene Bewegung des anderen Beines hervorrufen kann, je nachdem ob dieses gebeugt oder gestreckt ist. Ist es in Beugestellung, so erfolgt eine Streckbewegung, ist es gestreckt, so wird es gebeugt, sobald durch den Reflexhammer die Patellarsehne des gegenseitigen getroffen wird. R. Magnus erklärt diese Erscheinung mit dem Begriff der „simultanen Induktion".

Ziehen wir den Begriff der Bahnung heran wie P. Hoffmann ihn für die Eigenreflexe der quergestreiften Muskeln entwickelt hat, so können wir von den von mir gemachten Beobachtungen sagen, daß hier eine zentralnervöse Schaltung der Eigenreflexe vorliegt, der eine selektiv

gerichtete Bahnung zu Grunde liegt. Wir haben hier eine Reflexschaltung der Extremitätenmuskeln an Hand der Eigenreflexe aufgezeigt, wie sie unter normalen Umständen beim Menschen an den tonischen Muskelreflexen nicht so ohne weiteres nachgewiesen werden kann. Dieser Befund sei zum Schluß in einem Uebersichtsbild in den Abb. 5 und 6, in welchen die Reflexgrößen durch Säulen verschiedener Länge dargestellt sind, wiedergegeben.

Zusammenfassung.

Mit Hilfe einer quantitativen Methode wurde an Hand des Patellarreflexes nachgewiesen, daß dieser Eigenreflex durch Innervierung der Beuger und Strecker der Extremitäten des nicht geprüften Reflexbogens in bestimmter Abstufung beeinflußt wird. Diese Erscheinung macht das Vorliegen einer gerichteten Bahnung in Abhängigkeit von der Willkürinnervation wahrscheinlich.

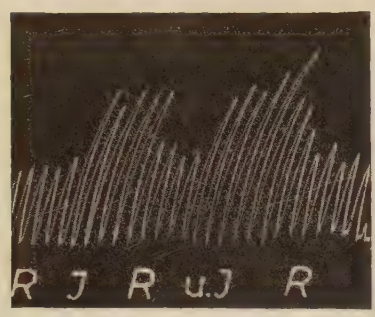

Abb. 1. Der Patellarreflex bei verschiedenartiger Innervierung der Armmuskulatur.
R in Ruhehaltung der Arme,
J beim Jendrassikschen Handgriff,
u.J. beim umgekehrten Jendrassikschen Handgriff.

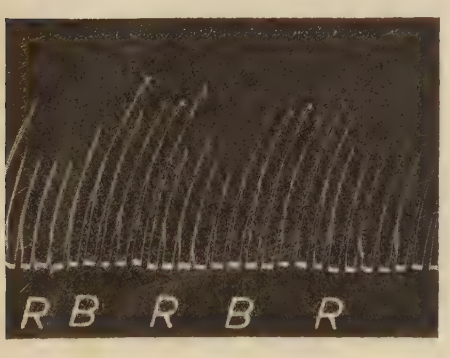

Abb. 2. Der Patellarreflex in Ruhehaltung (R) und bei Innervierung der Beuger (B) des gegenseitigen Beines gegen ein Gewicht.

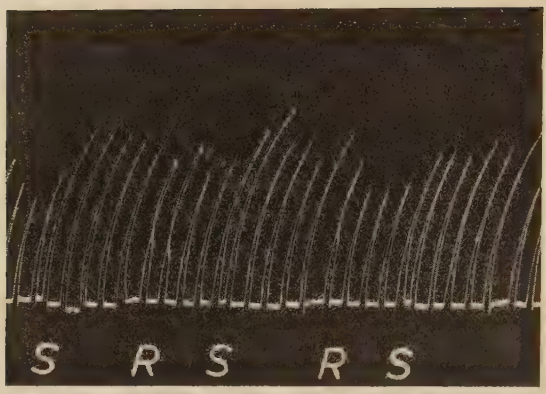

Abb. 3. Der Patellarreflex in Ruhehaltung (R) und bei Innervierung der Strecker (S) des gegenseitigen Beines gegen ein Gewicht.

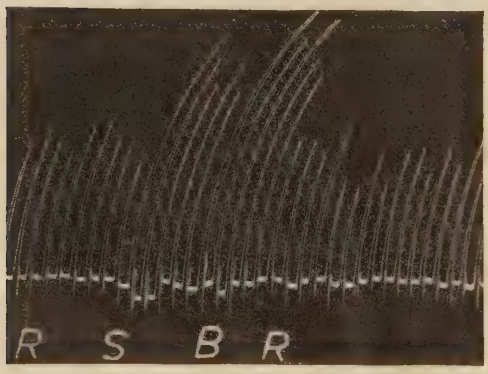

Abb. 4. Der Patellarreflex in Ruhehaltung (R) und bei weit ausschreitender Gehbewegung des gegenseitigen Beines (S: Streckbewegung, B: Beugebewegung).

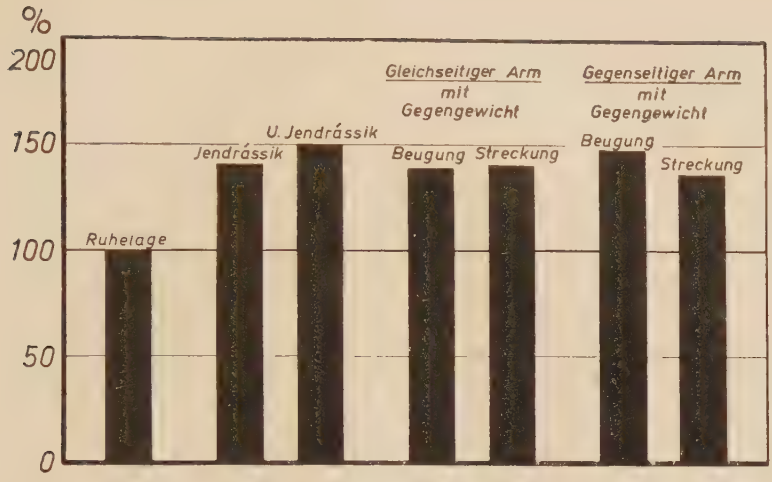
%
200
150
100
50
0
Ruhelage
Jendrássik
U. Jendrássik
Gleichseitiger Arm mit Gegengewicht
Beugung
Streckung
Gegenseitiger Arm mit Gegengewicht
Beugung
Streckung

Abb. 5.

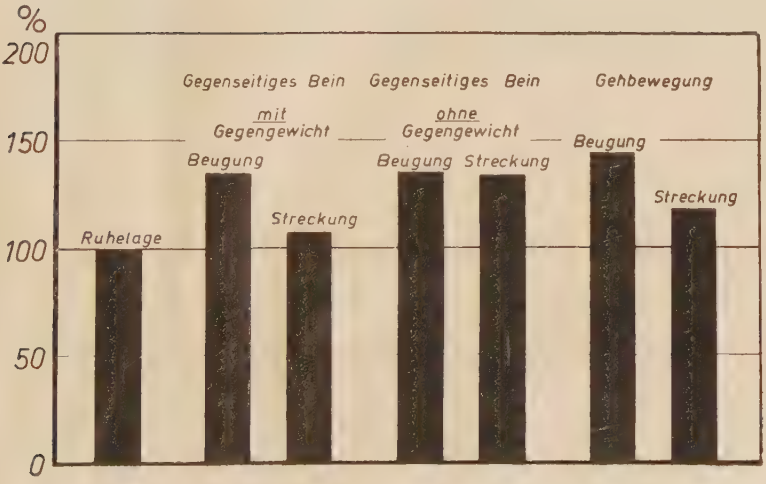
%
200
150
100
50
0
Ruhelage
Gegenseitiges Bein mit Gegengewicht
Beugung
Streckung
Gegenseitiges Bein ohne Gegengewicht
Beugung
Streckung
Gehbewegung
Beugung
Streckung

Abb. 6.

Am Schluß dieser Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. H. Strughold für sein stets förderndes Interesse und seine vielen Ratschläge meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. H. Strughold: Ztschr. f. Biol. **85**, 453, 1927.
2. H. Strughold und H. Jörg: Ztschr. f. Biol. **94**, 150, 1933,
3. R. Magnus: Körperstellung. 1924.
4. P. Hoffmann: Untersuchungen über die Eigenreflexe der menschlichen Muskeln. Berlin 1922, Verlag Springer.
5. P. Hoffmann: Ergebnisse der Physiologie, **36**, 15, 1934.
6. H. Treutler: Luftfahrtmedizin **2**, 1938.
7. Landscheck: Luftfahrtmedizin **3**, 1938.

Lebenslauf.

Als Sohn des Schulverwesers Christian, Heinrich Zeuner und seiner Ehefrau Chrissy, geb. Fuchs wurde ich am 23. Januar 1912 in München geboren. Vom Herbst 1918 bis Ostern 1922 besuchte ich die Volksschule in Nördlingen und kam dann an das Progymnasium in Nördlingen. Mit der Versetzung meines Vaters als Studienrat nach Coburg 1923 trat ich in das Gymnasium Casimirianum ein und bestand dort Ostern 1931 die Reifeprüfung. Ich studierte dann Medizin an den Universitäten München (SS. 1931), Jena (WS. 1931/32 und SS. 1932) und Würzburg (WS. 1932/33 bis SS. 1936). In Würzburg bestand ich im SS. 1933 die medizinische Vorprüfung und am 10. Januar 1937 das medizinische Staatsexamen. Im praktischen Jahr war ich in Würzburg im Hygienischen Institut der Universität und im Juliusspital, innere Abteilung, tätig. Meine Bestallung als Arzt gilt ab 10. Jan. 1938.